

Automaattinen vauriomittaus molempiin ajosuuntiin: käyttötapaukset ja suositukset

APVM 2006-2007 T&K

Tiehallinnon selvityksiä 27/2007

**Automaattinen vauriomittaus
molempiin ajosuuntiin:
käyttötapaukset ja suositukset**

APVM 2006-2007 T&K

Tiehallinnon selvityksiä 27/2007

Kannen kuva: Ramboll Finland Oy / Tero Lassila

Verkkojulkaisu pdf (www.tiehallinto.fi/palvelut/julkaisut)

ISSN 1459-1553

ISBN 978-951-803-887-3

TIEH 3201053-v

Tiehallinto

Asiantuntijapalvelut

Opastinsilta 12 A

PL 33

00521 HELSINKI

Puhelinvaihde 0204 2211

Automaattinen vauriomittaus molempiin ajosuuntiin: käytötapaukset ja suositukset.
Helsinki 2007. Tiehallinto, asiantuntijapalvelut. Tiehallinnon selvityksiä 27/2007. 25 s. + liitt.
7 s. ISSN 1459-1553, ISBN 978-951-803-887-3, TIEH 3201053-v.

Asiasanat: kuntomittaukset, vauriot, vaurioituminen
Aiheluokka: 33 Päälysteet: ominaisuudet ja suunnittelu

TIIVISTELMÄ

Tiehallinto otti käyttöön uuden automaattisen vaurioiden mittausmenetelmän (APVM) tieverkon vaurioiden kartoittamiseen vuonna 2006. Aikaisemmin tieverkon vauriot kartoitettiin visuaalisella menetelmällä. Vanhan menetelmän aikana kartoitettiin vauriot tien koko leveydeltä. Automaattisten mittausapojen käyttöönoton myötä mittauksia on tehty vain yhteen ajosuuntaan.

Työssä kerättiin kahteen suuntaan mitattavia esimerkkikohteita Vaasan ja Kaakkois-Suomen tiepiireistä. Tarkoituksena oli löytää tutkittavaksi tieosia, joilla oletetaan olevan erilaista rasitusta ajosuuntien välillä. Tiepiirien suositusten perusteella mitattiin noin 150 km kohteita. Valituilla kohteilla päällysteellä on jo hieman ikää ja niillä kulkee paljon raskaita kuljetuksia. Kuljetusten arvioitiin olevan sellaisia, että ne kulkevat pääosin yhteen suuntaan. Liikenteen aiheuttamia rasituseroja kohteilla aiheuttavat mm. alueilla tapahtuvat turve-, puutavara- ja kivikuljetukset.

Molempiin ajosuuntiin mitattua vaurio-osuutta vertaillaan toisiinsa, jotta voidaan arvioida tien kuntoa eri ajosuuntien välillä. Kaikilla kohteilla ei vaurioituminen ollut vielä alkanut, mutta myös selvästi vaurioituneita kohteita oli mitattujen kohteiden joukossa. Päälysteen vaurioitumisen ollessa vähäistä, ei vielä pystytä sanomaan johtuvatko erot vaurioitumisnopeudesta vai luonnollisesta kulumisesta. Vaurioerojen kasvaessa voidaan arvioida minkä tyyppinen rasitus (liikenne, ilmasto, tien rakenne, pohjamaa, penkereet, jne.) on eniten vaikuttanut tien päällysteeseen.

Tutkituilla kohteilla on selviä eroja vaurio-osuudessa niissä kohdissa, joissa vaurioituminen oli jo alkanut. Pahimmillaan toisen suunnan päällyste oli jo erittäin huonossa kunnossa, samalla kun vaurioituminen toisessa suunnassa oli vasta alkamassa. Osalla tutkituista kohteista vauriot sijaitsivat selvästi ajourissa, mikä on tyypillistä liikenteen rasituksesta vaurioituneille päällysteille. Vaurioita havaittiin usein vanhoilla päällysteillä, joilla oli paljon raskasta liikennettä. Eroja löytyi kuitenkin myös sellaisilta kohteilta joilla oli varsin tuore päällyste. Tieosakohtaisen "Vaurioituneempi suunta" -luettelon avulla voitaisiin tieto tieosan vaurioituneemmasta suunnasta huomioida ylläpidon suunnittelussa ja mittausohjelmia laadittaessa.

SAMMANFATTNING

Vägförvaltningen tog år 2006 i bruk en ny, automatisk mätningsmetod för att kartlägga skador i beläggningen. Tidigare inventerades skadorna i vägen visuellt och på vägens hela bredd. Med automatiska mätningsmetoder har mätningar gjorts bara i en körriktning.

I arbetet samlades exempelavsnitt inom Vasa och Sydöstra Finlands vägdistrikt som skulle mätas i båda riktningarna. Syftet var att hitta och undersöka vägavsnitt där belastningen varierar i de olika körriktningarna. På basis av vägdistriktens rekommendationer mättes cirka 150 km vägavsnitt. De valda vägavsnittens beläggning är redan gammal och där förekommer stora mängder tung trafik. Transporterna antogs vara sådana att de huvudsakligen utförs i en riktning. Belastningsskillnaderna, som orsakas av trafiken, är bl.a. torv-, trä- och stentransporter inom området.

Skadeandelen, som mättes i båda riktningarna, jämförs med varandra så att vägens skick kan bedömas mellan körriktningarna. Skadeuppkomsten hade inte börjat på alla vägavsnitt, men det fanns också vägavsnitt med tydliga skador bland de mätta avsnitten. När skadorna i beläggningen är lindriga, kan man inte säga om skillnaderna beror på uppkomsthastigheten eller naturligt slitage. När skadeskillnaderna ökar, kan man bedöma hurdan belastning (trafik, klimat, vägens struktur, undergrund, bankar, osv.) som har påverkat vägens beläggning mest.

I de mätta vägavsnitten finns det tydliga skillnader i skadeandelen på ställen där skadeuppkomsten redan hade börjat. I värsta fall var beläggningen på det ena körfältet i dåligt skick medan det på det andra körfältet först hade börjat uppstå skador. På en del av de mätta avsnitten fanns skadorna tydligt i körspåren, vilket är typiskt för beläggningar som skadats av trafikbelastningen. Skador märktes ofta i gamla beläggningar där det förekom stora mängder tung trafik. Det fanns skillnader också i vägavsnitt med ny beläggning. Med hjälp av en förteckning över "Körriktningen med mera skador" kan man använda informationen om körriktningen med mera skador när underhållet planeras och mätningsprogram utarbetas.

Crack measurements in two driving direction. Helsinki 2007. Finnish Road Administration. Finnra Reports 27/2007. 25 p. + app. 7 p. ISSN 1459-1553, ISBN 978-951-803-887-3, TIEH 3201053-v.

Keywords: Condition survey, measurement; Cracking; Damage

SUMMARY

In 2006 Finnish road administration started to use automatic crack measurements to monitor damages on road network level. Earlier pavement damages were inventoried manually by a visual method. During the old method the whole width of a road was inspected. With automated measurements only one direction has been measured.

Test roads that were measured to both directions were chosen from Vaasa and Kaakkois-Suomi regions. Idea was to find sections in which one can assume that there is a difference in traffic load between the two directions. With the help of regions 150 km of roads was selected. Chosen sections have older pavement and a lot of heavy transportation. It was estimated that on these sections transportation with heavier load goes mainly in one direction. Traffic related differences on damages for these sections cause among others turf, timber and boulder transportation.

Cracked Surface in both directions was compared so that the condition of pavement could be estimated. On some sections cracking hadn't started but still some badly damaged sections were found. While cracking is minor it can't be stated whether differences in cracking is due to traffic load or natural wear. After cracking starts to grow it can be assessed which kind of load (traffic, climate, structure of the road, subsoil, banks, etc.) affects most on pavement.

Examined sections showed evident differences on damages in places where cracking had started. In worst cases pavement in one direction was already in bad condition while in other direction cracking was just about to begin. In some sections damages clearly located in wheel paths which is typical for damages that are caused by traffic load. Damages were usually found on old pavements that have high amount of heavy transport. Additionally damages were found on sections that have relatively new pavement. With a list of "Most Stressed Direction" for road sections the knowledge of differences in cracking could be utilized in planning of maintenance and while planning measurement programs.

ESIPUHE

Tämä raportti on kirjoitettu osana vuodet 2006–2007 kattavaa APVM-mittaussopimusta sekä siihen sisältyviä T&K-töitä. Työtä ohjanneeseen ryhmään ovat kuuluneet:

Juho Meriläinen	Tiehallinto
Mikko Inkala	Tiehallinto
Ismo Iso-Heiniemi	Tiehallinto
Antti Ruotoistenmäki	Pöyry Infra Oy

Työn on tehnyt Ramboll Finland Oy. Työn tekemisestä ovat vastanneet projektinvetäjä DI Juha Äijö ja Tero Lassila.

Tampereella maaliskuussa 2007

Tiehallinto
Asiantuntijapalvelut

Sisältö

1	VAURIOMITTAUS MOLEMMISSA AJOSUUNNISSA	11
2	TESTIKOhteet	12
2.1	Kohteiden valinta	12
2.2	Kohteiden perustiedot	13
3	MITTAUSTulokset	15
3.1	Tulosten käsittely	15
3.2	Tulosten vertailu	15
3.3	Tarkempia katsauksia	19
4	HAVAINNOT JA SUOSITUKSET Jatkotoimenpiteistä	24
5	LIITTEET	26

1 VAURIOMITTAUS MOLEMMISSA AJOSUUNNISSA

Tiehallinnolla on hoidettavanaan erittäin laaja tieverkko. Ylläpidon avuksi teitä kerätään erilaisia mittaustietoja tien kunnosta ja sen ominaisuuksista. Mittaukset suoritetaan yleensä tien pääsuunnassa eikä molempia ajosuuntia mitata erikseen. Tien ns. pääsuuntaan mitattujen tulosten oletetaan kuvaavan myös toisen ajosuunnan kuntoa riittävällä tarkkuudella.

Osalla Suomen maanteistä on kuitenkin huomattavia eroja kaistojen kuormituksessa vastakkaisien ajosuuntien välillä. Eräs syy tähän ilmiöön on raskas liikenne, joka kulkee täydessä lastissa vieden tavaraa pääosin yhteen suuntaan palaten sieltä kevyempänä. Tutkimuksessa yritetään selvittää voidaan-ko toisessa ajosuunnassa tapahtuvaa vaurioitumista arvioida niin, ettei molempia suuntia tarvitse mitata jokaisella mittauskerralla. Samalla pyritään selvittämään onko samankaltaisesti molempiin suuntiin kuormitettujen teiden eri ajosuuntien välillä eroja niiden vaurioitumisnopeudessa.

Tavoitteena on:

1. Selvittää onko erisuunnissa tapahtuvassa vaurioitumisessa eroja
2. Määrittää minkä tyyppisillä teillä tarvitaan mittauksia molempiin suuntiin
3. Ovatko mahdolliset erot kuormituksesta vai sääoloista johtuvia

Yksi mahdollisuus on valita sellaisia teitä, joilla on paljon työmatkaliikennettä. Aamulla kylmällä päällysteellä liikenne suuntautuu pääosin yhteen suuntaan ja iltapäivällä palatessa lämmin päällyste vaurioituu herkemmin.

Suoritamme tieosuuksien vertailun ja seurannan seuraavin tavoin:

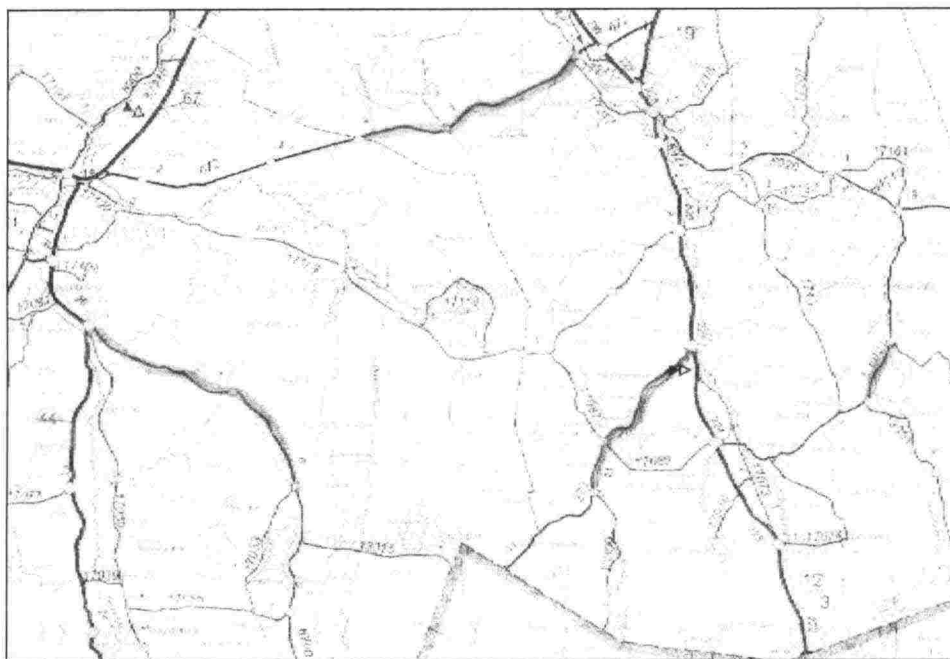
- Tutkitaan onko eri ajosuuntien vaurioitumisessa eroja.
- Teitä, joilla ilmenee epätasaista vaurioituneisuutta, vertaillaan tasaisemmin vaurioituvien teiden kanssa.
- Yksi ryhmä teille, joilla käytetään pehmeitä päällysteitä (PAB) ja toinen kovemmille päällysteille (AB). Vertailuryhmien pituus on noin 25 km.
- Vaurioiden laajuutta ja vaurioitumisen eroja molemmissa ryhmissä tutkittavilla teillä arvioidaan, jotta selvitetään tarvitaanko molempien suuntien erillistä mittaamista.
- Tutkitaan vaurioiden sijaintia ajoradalla, jotta voidaan päätellä onko kyseessä ilmastosta tai kuormituksesta johtuva vaurioituminen.

2 TESTIKOhteet

2.1 Kohteiden valinta

Kohteiden alustavaan valintaan pyydettiin apua eri tiepiireiltä. Kaakkois-Suomen, Oulun ja Vaasan tiepiireissä ilmaistiin kiinnostusta asian tutkimiseen. Näiltä piireiltä pyydettiin listaa tieosoitteista, joilla he uskoivat olevan eroja vaurioitumisessa eri ajosuuntien välillä. Listaan toivottiin eriluokkaisia teitä jolloin esimerkiksi liikennemääristä johtuvia eroja eri teiden välillä voidaan havainnoida.

Alustavassa kyselyssä saatiin kohde-ehdokkaita kaikilta piireiltä, joille kysely esitettiin. Lista sisälsi tässä vaiheessa tieosia 13:sta eri tieltä. Näistä kohde-ehdokkaista rajattiin lopullinen mittausohjelma. Mittausohjelman pituudeksi sovittiin noin 200 km, käsittäen molempien kaistojen mittaukset. Osa kohde-ehdokkaista oli varsin pitkiä ja niitä lyhennettiin, jotta saatiin mittauksia erilaisilta teiltä. Tämän lisäksi rajausta tehtiin mm. kohteen sijainnin, oletetun liikenteen kuormituksen ja tiepiirien antamien tietojen pohjalta. Kohteita rajattiin myös siten, että kohteet voidaan mitata samalla alueella tapahtuvien APVM-tuotantomittausten yhteydessä, jolloin siirtoajo jää mahdollisimman vähäiseksi (kuva 1).



Kuva 1. Esimerkki Vaasan tiepiirin alueelta valituista kohteista, jotka sijaitsevat samalla alueella. Kuvassa näkyvät tutkimukseen valituista teistä neljä (273, 672, 6700 ja 6921), jotka on merkitty paksulla korostusvärillä.

Ohjelmaan valittiin kohteita kaikista kolmesta tutkittavasta tieosista ehdottaneesta tiepiiristä (Kaakkois-Suomi, Oulu ja Vaasa). Valintoja painotettiin niin, että mukaan saadaan erityyppisiä teitä. Testikohteiden yhteispituus molempiin suuntiin laskettuna oli 204,0 km. Valitettavasti Oulun tiepiiristä valittuja kahta valtatietä (53,3km) ei lopulta saatu mitattua. Mittaukset jäivät tekemättä kos-

ka toimiston ja mittausauton välillä oli tietokatkos, jonka johdosta tieto mitattavista kohteista tuli mittausautoon sen jo poistuttua tiepiirin alueelta. Tämän jälkeen mittauksen lopulliseksi laajuudeksi saatiin 150,7 km.

2.2 Kohteiden perustiedot

Vaasan tiepiiristä valituilla kohteilla oli kaikilla paljon turvekuljetuksia. Yksittäisillä kohteilla oli myös lisärasituksena runsaampaa puunkuljetusta ja kivenlouhintapaikan aiheuttamaa liikennettä. Kaakkois-Suomen kohteilla kuormitusta aiheuttivat soranotto ja kivikuljetukset.

Kohde-ehdokkailla (taulukko 1) kaikilla on viimeisestä tehdystä toimenpiteestä jo aikaa, jolloin vaurioiden esiintyminen on todennäköisempää. Tieosilla oli raskasta liikennettä yleisesti 6–12 % ja raskaiden kuljetusten voidaan olettaa kulkevan enemmän toiseen ajosuuntaan (esimerkiksi soranajopaikat sekä kivenlouhinta). Yhden kohteen varrella raskaan liikenteen osuus oli huomattava, lähes 30 % (taulukko 2). Suuri osuus johtui tien varrella sijaitsevista turpeenostopaikasta ja alueella tapahtuvasta kalkkikivenlouhinnasta.

Taulukko 1. Tutkittavaksi valittiin seuraavat testikohteet. Tieosien pituudet ovat tierekisterin mukaisia tieosapituuksia.

Tie / tiepiiri	Tieosat	Pituus yhteen suuntaan (m)	Pituus yhteensä (m)
KAAKKOIS-SUOMI			
St 387	2-3	13262	26524
Yt 3501	1	3078	6156
Yt 14 535	1	8233	16466
Yhteensä		24573	49146
VAASA			
St 273	12-13	9135	18270
St 672	4-5	11572	23144
Yt 6700	6-7	13768	27536
Yt 6921	2	3044	6088
Yt 7140	2	7557	15114
Yt 17 777	2	5715	11430
Yhteensä		50791	101582
Suunniteltu mitattava pituus			150728

Varsinainen mittaus tapahtuu samalla tuotantokäytössä olevalla kalustolla, jolla myös muuta tieverkkoa mitataan. Ainoa ero kuntorekisteriä varten tehtäviin mittauksiin on se, että tätä tutkimusta varten mitataan molemmat ajosuunnat.

Taulukko 2. Tutkittujen tieosien liikennemäärät ja leveydet.

Tienro	Tieosa	KVL	RASKVL	Ras%	Leveys (m)	Huomioitavaa
Kaakkois - Suomen tiepiiri						
387	2	3050	288	9.4	7.5	
	3	1970	238	12.1	7.5	
3501	1	967	55	5.7	6.0	
14535	1	277	1	0.4	6.5	Valilla 1 / 0 - 1 / 4500
	1	1133	81	7.1	6.3	Valilla 1 / 4500 - 1 / 5856
	1	488	48	9.8	6.3	Valilla 1 / 5856 - 1 / 8233
Vaasan tiepiiri						
273	12 - 13	744	66	8.9	6.6	
672	4 - 5	1106	127	11.5	6.5	
6700	6 - 7	768	89	11.6	7.0	
6921	2	117	14	12.0	6.5	
7140	2	555	42	7.6	6.6	
17777	2	210	62	29.5	6.2	Alueella kalkkivilouhos

Muita tieosiin liittyviä perustietoja voi tutkia työn lopussa liitteestä 1. Liitteessä on nähtävillä perustietojen lisäksi myös tieosilta eri suuntiin saadut vaurio-osuutta kuvaavat mittaustiedot.

3 MITTAUSTULOKSET

3.1 Tulosten käsittely

Mittausauto suorittaa mittauksen normaaliin tapaan kuvaamalla tutkittavien teiden pintaa. Tien pinnalta tallennetut kuvat analysoidaan toimistolla, minkä tuloksena saadaan tieto tien vaurioista. Tuloksia tutkitaan pääasiassa 10 m matkalle lasketun mittaustiedon avulla, joskin kuvaajien selkeyden vuoksi käytetään myös 100 m arvoja.

Saatuja mittaustuloksia joudutaan muokkaamaan ennen tarkastelua. Koska mittaukset on mitattu eri ajosuuntiin, pitää toiseen suuntaan mitatut tulokset "kääntää". Tämän jälkeen tuloksia on helpompi vertailla koska mittaukset on muokattu niin kuin ne olisi mitattu samaan suuntaa. Käsittelyn jälkeen tuloksia voidaan vertailla ja tutkia niin numeroarvoina kuin tuloksia esittävinä kuvaajina.

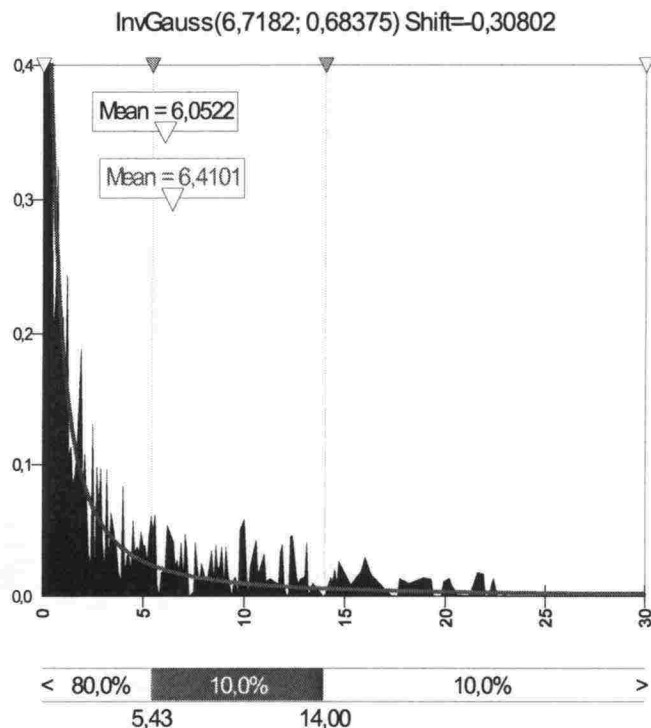
Tuloksia arvioitaessa on syytä huomioida tietojen esittämisessä käytetty tulostuspituus. Melko yksityiskohtaisten 10 m tietojen kohdakkain sovittaminen rinnakkain niin, että tulokset ovat täysin samalta kohdalta, on mahdotonta. Mikäli eri suunnista saadut mittaustiedot vastaavat toisiaan, voidaan silmäääräisesti arvioida onko kuvaajien tiedot saatu samalta kohdalta. Mikäli eri suuntien vaurioitumisessa on huomattavia eroja, voidaan vain mittauspituuden perusteella arvioida miltä tien kohdalta mittaus on todellisuudessa tapahtunut. Mahdollisen pituusvirheen ei kuitenkaan uskota vaikuttavan ratkaisevasti, sillä nyt ei tutkita yksittäisien kohtien tuloksia, vaan koko tieosan muodostamien kokonaisuuksien vaurioitumista.

3.2 Tulosten vertailu

Mittausten aikana havaittiin, että yksi mitatuista tieosista oli osittain sorapintainen. Tästä johtuen yhdystien 6921 toisella tieosalla mittauksia tehtiin vain 2 466 metrin matkalla arvioidun 3 044 m sijaan. Arvioitu mittauspituus oli näin noin 1,1 kilometriä arvioitua lyhyempi. Taulukon 1 arvosta poiketen mitausten yhteispituus on siis 149,6 kilometriä. Muita normaalista mittauksesta poikkeavaa ei esiintynyt mittauksia tehtäessä.

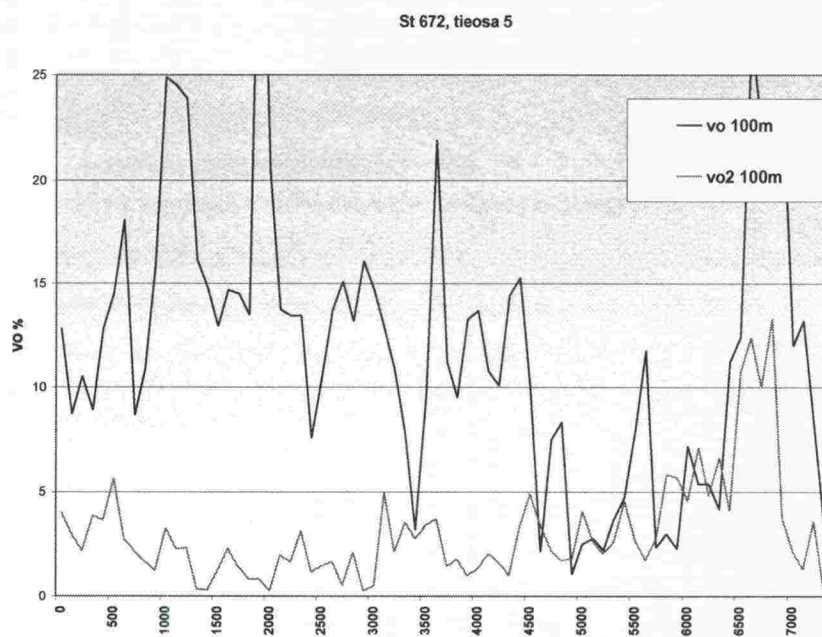
Kohteilta saaduista tuloksista esitellään seuraavassa joitain esimerkkejä. Mittauksilla teiltä saadut mittaustulokset on asetettu rinnakkain, jolloin mahdolliset erot selviävät helpoiten. Tien tulosten jälkeen luetellaan kyseisten tieosien perustietoja, joilla voi olla vaikutusta tieosan vaurioitumiseen. Tieosien perustiedot on haettu tierekisteristä.

Seuraavassa kuvassa (kuva 2) nähdään, että koekohteista 20 %:lla oli kais-
tojen välinen ero suurempi kuin 5 %. Jos ero vaurioitumisessa kais-
tojen välillä on yli 15 %, niin silloin eroa voidaan pitää huolestuttavana. Mittaus-
suunnalla on merkitystä silloin kuin kuormitus on toispuoleista ja päällysteen vau-
rioituminen on alkanut. Vaikka tulokset on laskettu 100 m matkalle lasketuis-
ta tuloksista, niin tuloksissa havaitaan silti verrattain suuria eroavaisuuksia.



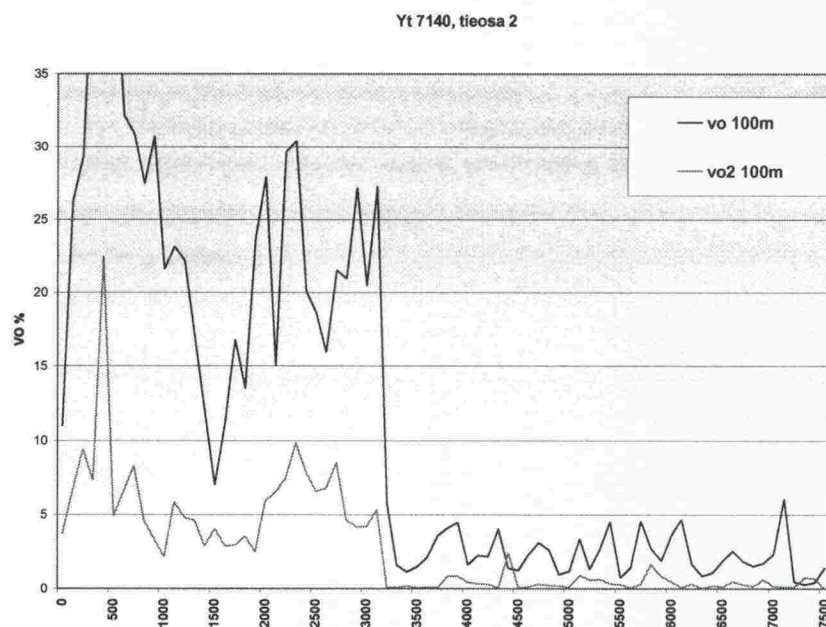
Kuva 2. Eri ajosuuntiin saatujen VO-arvojen erotukset, arvot on laskettu kohteilta
saaduista tuloksista ja laskentaan on käytetty 100 m tuloksia.

Seuraavassa muutamia esimerkkejä tuloksista, joita mitattiin eri kohteilta.
Esimerkeissä kohteen mittaussuunnista saadut tulokset on piirretty rinnak-
kain. Kaikkien tieosien mittaustulokset molempiin suuntiin mitattuina ovat
työn lopussa (liite 1).



Kuva 3. Seututieltä 672 mitatut vaurio-osuudet koko kaistan alueelta.

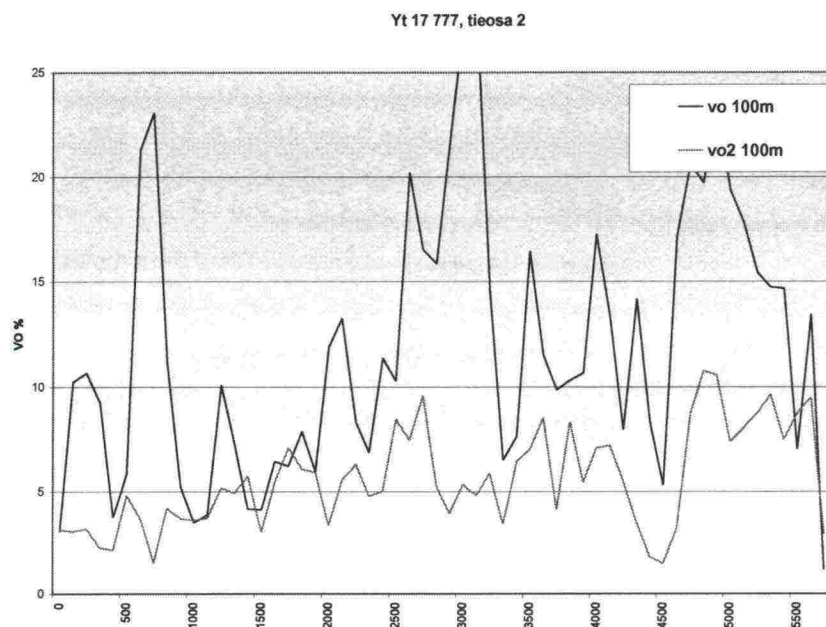
Tiellä 672 on paljon turvekuljetuksia ja niiden lisäksi myös jonkin verran puutavaraliikennettä. Tien varrella tieosan 5 (kuva 3) alussa sijaitsee myös lastausalueeksi varatut Ponsikylän kuormausalueet.



Kuva 4. Vaurioitumista kuvaavissa käyrissä näkyy selvästi tieosan lopulle tehdyn rakenteen parantamisen ja päällystämisen vaikutus.

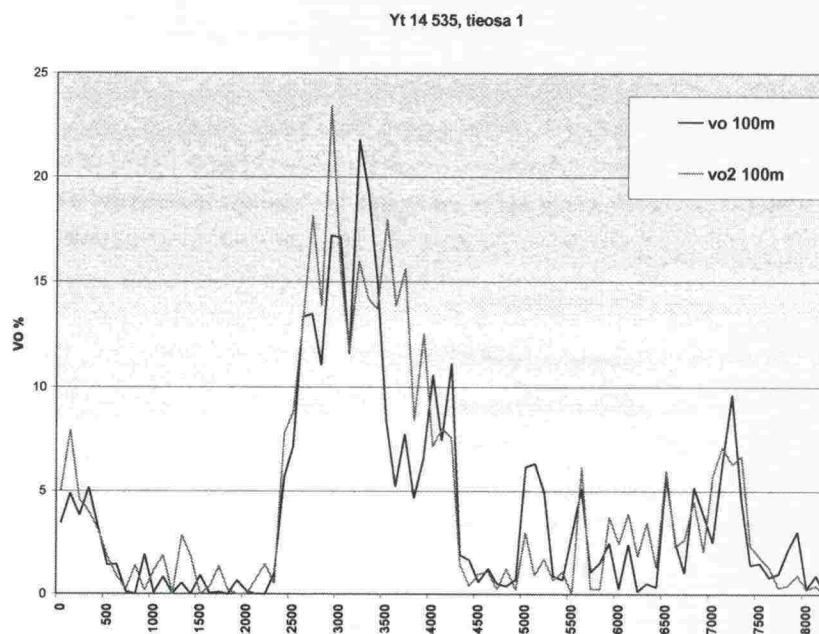
Osalle tien 7140 tieosasta 2 on tehty suuntauksen parannus 1981. Toimenpiteen vaikutukset ovat selvästi nähtävissä (kuva 4). Tien alkuosalla päällystys-

teenä on pab-v, päällystys tehty vuonna 1999. Loppuosa on ab:lla päällystetty ja päällyste on tehty vuonna 1998.



Kuva 5. Vaurioituminen on selvästi alkanut molemmissa ajosuunnissa, suunnassa 1 vauriot ovat osittain jo huomattavia.

Tiellä 17 777 (kuva 5) liikennemäärä on varsin kohtuullinen 210 ajon/vrk. Tästä kuitenkin huomattava osa (29,5 %) on raskasta liikennettä. Raskasta liikennettä tielle aiheuttavat turpeenostopaikat sekä tien varrella oleva kalkkivilouhos. Tieosalle on tehty kevyt rakenteen parannus koko matkalta vuonna 1994.



Kuva 6. Tiellä 14 535 on erittäin vaihtelevat liikennemäärät ja päällyste on myös vaihtelevasti vaurioitunutta..

Saareen päättyvä tie toimii pääväylänä saareen mentäessä ja se on yhteydessä muiden saareen tuovien teiden kanssa. Saareen muita teitä pitkin saapuva liikenne aiheuttaa hyvin vaihtelevaa rasitusta (kuva 6). Kohteen keskivaiheilla on vaurioituneempi kohta, jolla huomataan jo eroja vaurioiden määrässä.

3.3 Tarkempia katsauksia

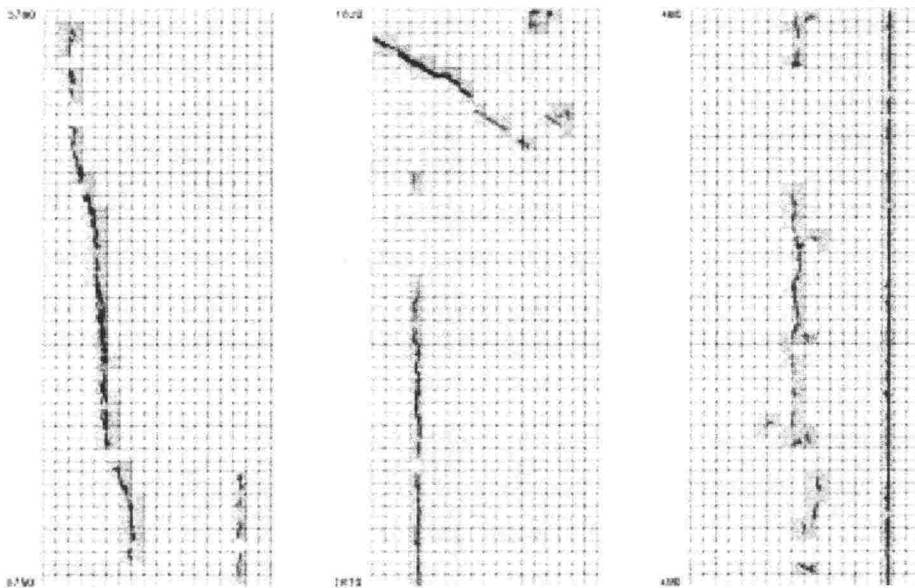
Tieosuuksien vaurioita tutkittiin myös hieman yksityiskohtaisemmin CTM-kuvien avulla (Crack Tile Map). Nämä ns. halkeamakartat kuvastavat tietä 10 metrin mittaisissa jaksoissa. Kuvista ilmenee kuvatulta kohdalta löydetyt vauriot, vaurioituneeksi tulkitut ruudut (ruutukoko on 20 x 20 cm) sekä vauriotulkinnassa käytettävät tien eri osat.

Halkeamakuvien avulla selvitetään vaurioiden sijainti ajoradalla. Vaurioiden yleisyyden, suunnan ja sijainnin avulla voidaan arvioida, mikä tekijä on pääosin vaikuttanut vaurioiden syntyyn. Mikäli vauriot sijaitsevat pääosin ajourissa, voidaan olettaa liikennesitituksen olevan pääasiallinen syy vaurioitumiseen.

Kuvia tulkittaessa on hyvä muistaa, että APVM-mittauksia tehtäessä ajourien paikka on ennalta määrätty eikä mittaus seuraa todellisten ajourien pohjaa. Mitattavien teiden leveyden muuttuessa muuttuu samalla mittausajoneuvon sivuttaissijainti ajoradalla. Tästä johtuen voidaan havaita eroja kiinteäksi määrätyn uran sijainnin ja todellisen ajouran välillä. Tieosan leveys vaihtelee, paitsi tieosien välillä, niin parhaimmillaan useita kertoja yksittäisen tieosan aikana. Näitä eroja tutkitaan sekä mitatun ja todellisen keskinäistä eroa tutkitaan CTM-kuvien avulla.

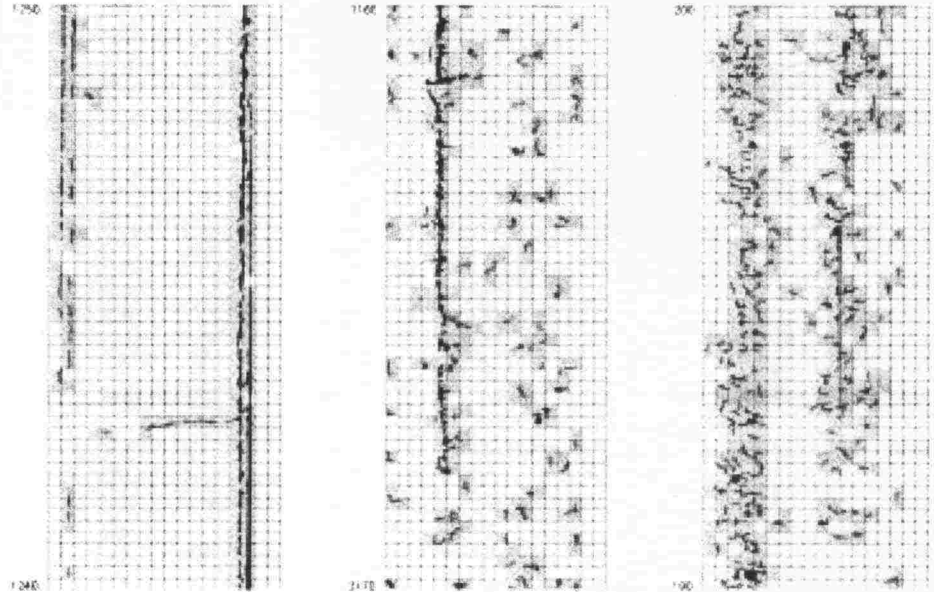
Halkeamakartoista nähtiin, että vaurioita löydettiin vaihtelevasti eripuolilta ajokaistaa. Myös sellaisia esimerkkejä havaittiin, joissa vauriot olivat joko johdonmukaisesti joko ajourassa tai niiden läheisyydessä. Näillä teillä tien vaurioitumisen takana on todennäköisesti juuri kova liikenteen aiheuttama rasitus.

Osalla tieosista vaurioiden sijainti oli varsin yhtenäistä läpi koko tieosan. Monesti eroja näkyi eniten juuri erisuuntiin mitattujen tulosten välillä. Tämä korostui erityisesti silloin kun ajosuuntien välisessä vaurioitumisessa oli selviä eroja.



Kuva 6. Hyvin erottuvia perushalkeamia, jotka on tunnistettu tienpinnalta.

Yksittäiset vauriot erottuivat selkeinä ja yhtenäisinä CTM-kuvissa. Kuvassa 6 nähdään kolme esimerkkiä yksittäisistä halkeamista. Kuvissa näkyvien vaurioiden todennäköinen syy ei ole liikenneserasitus, vaan vauriot ovat syntyneet pohjamaan liikkeen aiheuttaman rasituksen, routanousujen, tiivistymäerojen, epästabiilin pohjamaan tai näiden kaikkien yhdistelmän seurauksena. Esimerkissä nähtävät vauriot ovat vielä yksittäisiä, eikä tie ole vielä päässyt huonoon kuntoon.

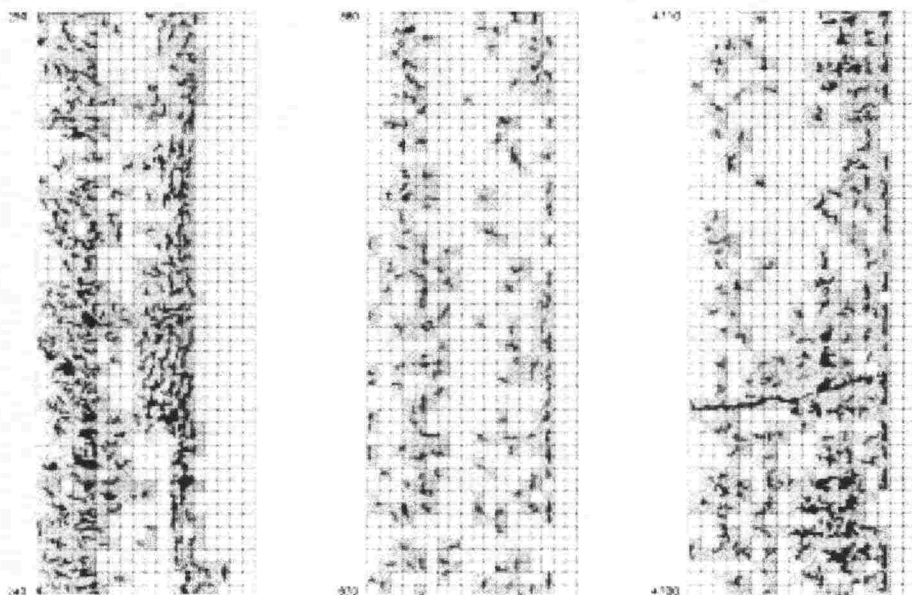


Kuva 7. Urien sijainti kaistalla verrattuna siihen, missä urat todellisuudessa ovat.

Kuten jo edellä mainittiin, vauriomittauksessa käytetty ajouran paikka eivät välttämättä vastaa tieltä löydetyn todellisen ajouran paikkaa. Yllä olevilla teillä 7140 ja 17 777 saatujen esimerkkien (kuva 7) kohdalla voidaan arvioida ajourien sijaitsevan melko lähellä mittausten analysoinnissa käytettyä sijaintia. Näillä teillä vauriot ovat todennäköisesti seurausta liikenteen aiheuttamasta rasituksesta, sillä vauriot sijaitsevat varsin oppikirjamaisesti määritellyillä ura-alueilla.

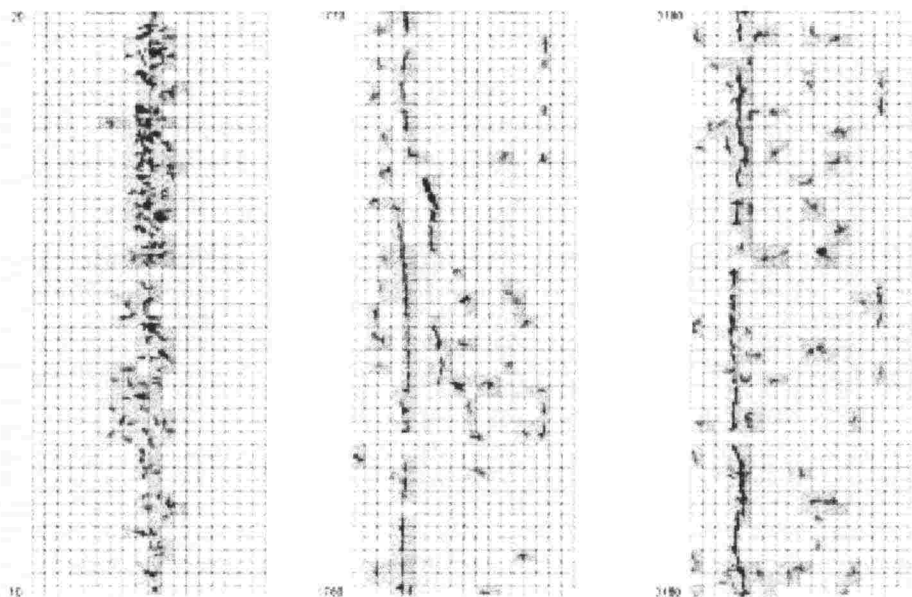
Enemmän vaurioituneissa kohdissa ei aina voida päätellä vastaavatko suunniteltu ja toteutunut ura täysin toisiaan. Yhdessä esimerkeissä (kuva 7) huomaa uran olevan todennäköisesti noin yhden ruudun verran (20 cm) vasemmalla.

Mitatun ura-alueen ja todellisen uran välillä oleva mahdollinen ero on muistettava kun tutkitaan kohteiden vaurioituneisuutta. Runsaasti vaurioituneiden kohtien osalta koko kaistan vaurio-osuus ja ura-alueiden vaurio-osuus voivat olla suhteessa saman "näköiset". Näin ollen pelkästään näiden eroilla ei aina voida päätellä kuinka pahassa kunnossa tie on rasituksen jäljitä. Myöskään selvä ero kaistan vaurio-osuuden ja urien vaurio-osuuden välillä ei yksin kerro siitä onko vaurioituminen liikennesäätöjen aiheuttamaa.



Kuva 8. Kohtia jotka ovat erittäin pahasti vaurioituneet.

Kuvassa 8 nähdään kohtia, jotka ovat jo selvästi hajonneita. Esimerkki kohdissa vauriot ovat jakautuneet selvästi kaistan vasemmalle ja oikealle puolelle sekä ajourien alueelle. Vauriot ovat todennäköisesti ainakin osittain liikenteen rasituksen synnyttämiä.

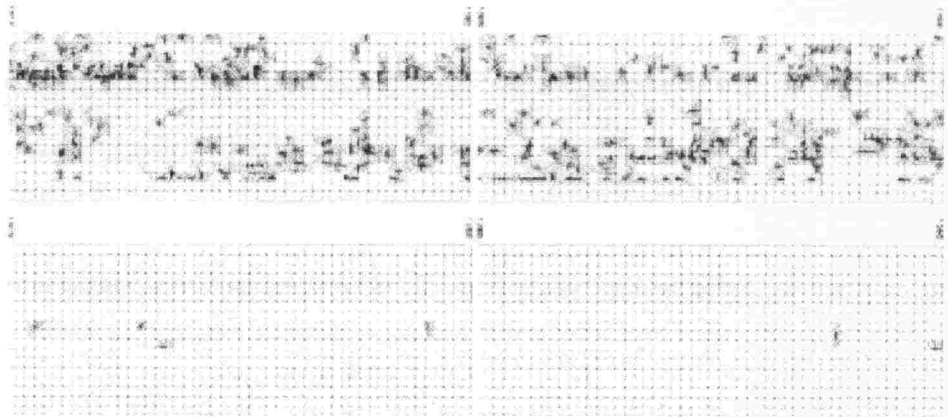


Kuva 9. Kohtia joissa on erilaista vaurioitumista ympäri ajokaistaa. Esimerkki, jossa vauriot ovat lähinnä kaistan keskellä.

Muutamassa kohteessa havaittiin huomattavaa vaurioitumista kaistojen välisellä keskialueella (kuva 9, vasemmalla). Vauriot olivat vaihtelevasti ajoradan keskiosan levyisiä (noin 80 cm), mutta joissain kohdissa vauriot kattoi

myös suuren osan ajourien alueesta. Näiden vaurioiden arvioimisessa apua saisi mittauksen aikana ajosuuntaan otetuista kuvista. Niiden avulla voitaisiin tarkemmin tutkia vaurioitunutta aluetta ja sen perustella päätellä mikä on aiheuttanut vaurion. Pelkästään CTM-kuvista ei voida nähdä, mikäli osa vauriosta on päällysteen purkautumisen aiheuttamaa.

Ajourissa tunnistettiin myös ajoittain pitkiä vaurioita. Nämä vauriot esiintyivät monesti kohdilla joissa vaurioituminen on juuri alkanut. Vaurioitumisen voidaan olettaa alkaneen koska pieniä yksittäisiä vaurioita oli havaittavissa taasisesti ympäri kaistaa. Yllä olevan esimerkin kuvissa alkavat vauriot sijaitsevat urien reunoilla ja niiden voidaan olettaa johtuvan liikenteen rasitukselta.



Kuva 10. Kuvassa on näkyvissä vauriokartat samalta kohdalta tietä mitattuna eri suuntiin. Alemmissa suunnan kaksi kuvissa vaurio-osuus on 1 % ja ylemmissä kuvissa noin 28 %.

Kuvassa nähdään vauriokartat samalta tienkohdalta. Verrattaessa kuvia toisiinsa huomataan ylemmän kuvaparin kohdalla, että liikenteen rasitus on vaurioittanut päällystettä. Vauriot ovat melko selkeästi keskittyneet ajourien alueelle. Toiseen suuntaan mitattuna tie on puolestaan selvästi paremmassa kunnossa. Päällysteen pinnalta voidaan havaita vain joitain yksittäisiä vaurioita. Voidaan olettaa, että kyseisellä tieosalla raskasta liikennesäätystä on vain toisessa ajosuunnassa.

4 HAVAINNOT JA SUOSITUKSET JATKOTOIMENPITEISTÄ

Kaikilta tieosilta saatiin tulokset mitattua normaalin mittauskäytännön mukaan. Ainut poikkeama suunniteltuun oli tien 6921 osittainen sorapäälyste. Ajosuuntaan kaksi mitatut tulokset käännettiin vertailua varten ympäri. Käännettyjen tuloksien tarkasta kohdistuvuudesta ei voida olla täysin varmoja, mutta saatujen kuvaajien perusteella mahdolliset pienet eroavaisuudet eivät vaikuta tämän työn tuloksiin. Tuloksien tarkkuus on riittävä. Yleisesti voidaan todeta, että monessa vaurioituneessa kohteessa vauriomäärät ovat toiseen suuntaan selvästi erilaiset.

Tutkittavilla kohteilla oli havaittavissa selviä eroja eri ajosuuntien vaurioitumisessa. Päälystevauriot ovat havaittavissa vasta siinä vaiheessa, kun vaurioituminen on jo alkanut. Kun päälysteessä on vain vähän vaurioita (VO pienempi kuin 5 %), vaurioituminen on samankaltaista eri ajosuuntien välillä. Tosin täysin samanlaista vaurioituminen ei aina pienilläkään vaurio-osuuksilla ole. Pienistä eroista ei vielä pysty sanomaan johtuvatko ne eroista vaurioitumisnopeudesta vai johtuvatko erot luonnollisen kulumisen tuomista eroista.

Tieosille piirretyistä kuvaajissa näkyi selvästi mahdollisten rakenteen- ja suuntauksenparannustöiden vaikutukset. Yhtäläillä erottuivat eri aikoina tehtyjen päälysteiden rajat ja erilaisten päälystetyyppien välillä. Myös erilaiset liikennemäärät tieosan sisällä näkyivät vaurioitumisen lisääntymisenä.

Tarkemmista 10 m tiedoista havaittiin, että mitattujen kohteiden joukossa oli selvästi liikenteen rasituksen vaurioittamia osuuksia. Parhaimmillaan vauriot olivat keskittyneet täydellisesti pyöräuriin. Kaikkien kohteiden osalta ei pysty pelkästään vaurioiden sijainnin perusteella päättelemään mistä vauriot johtuvat.

Niillä kohteilla, joilla vaurioitumisessa havaittiin eroja, raskaan liikenteen osuus oli yleensä hieman suurempi (8–10 % ja enemmän). Näillä teillä viimeisestä päälystyskerrasta oli kulunut jo hieman aikaa. Kohteilla joilla oli eroja vaurioitumisessa, vaurio-osuus oli yleensä > 7 %. Eroja oli kuitenkin nähtävissä myös sellaisilla teillä, joilla päälyste oli tehty vain noin 7 vuotta sitten. Joissain tapauksissa paremmassa kunnossa olevan suunnan vaurio-osuus oli selvästi alle 5 % samalla kun toinen suunta oli erittäin vaurioitunut.

Näiden koekohteiden tuloksista voidaan päätellä, että eri suuntien välisessä vaurioitumisessa on eroja. Pahimmillaan erot ovat huomattavia, jolloin toisessa ajosuunnassa vaurioituminen on vasta alkamassa samalla kun toinen ajosuunta on selvästi vaurioitunut. Esimerkkinä mainittakoon tien 672 tieosa 5 sekä tien 7140 alkuosa (tarkempia tietoja liitteessä 1).

Suosituksia

Tähän työhön mitatut kohteet tulisi mitata vuonna 2007 toistamiseen, jolloin voidaan arvioida teiden vaurionopeutta niissä tapauksissa kun se on nopeaa. Esimerkiksi tien 7140 on tässä suhteessa mielenkiintoinen seurantakoh-

de. Tien alkuosa on jo melko vaurioitunutta, samalla kun tien loppuosaa on ehditty kunnostaa.

Pidemmällä aikavälillä on suositeltavaa kerätä tietoa niistä tieosista, joilla on eroja vaurioitumisessa. Yksi mahdollisuus niiden hallintaan ja kunnan seurantaan on lista, johon tiepiirien avustuksella kerätään uusi tietolaji, niin sanottu "vaurioituneempi suunta". Tietolajiin tiepiirit antavat tiedon teistä, joilla rasitus on toiseen suuntaan. Mikäli tiellä ajosuunta 2 on tietolajin mukaan rasitetumpi, niin silloin tämä voidaan huomioida mittausohjelmaa tehtäessä. Niissä tapauksissa kun vaurioitumisella tiedetä olevan eroa tai tietoa ei ole toimitettu, mitataan tie tavallisen käytännön mukaisesti tien normaaliin mittausuuntaan.

5 LIITTEET

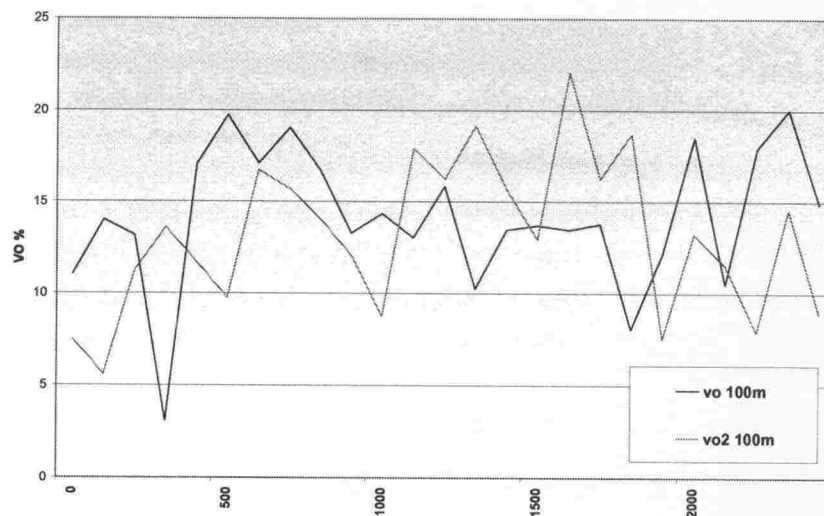
Liite 1 Mittauksien tulokset

MITTAUKSIEN TULOKSET

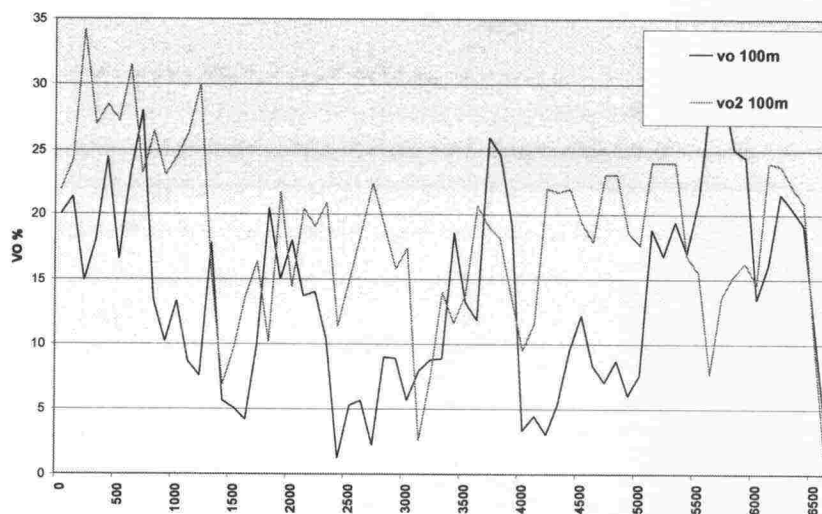
Vaasan kohteet

Seututie 273:

St 273, tieosa 12



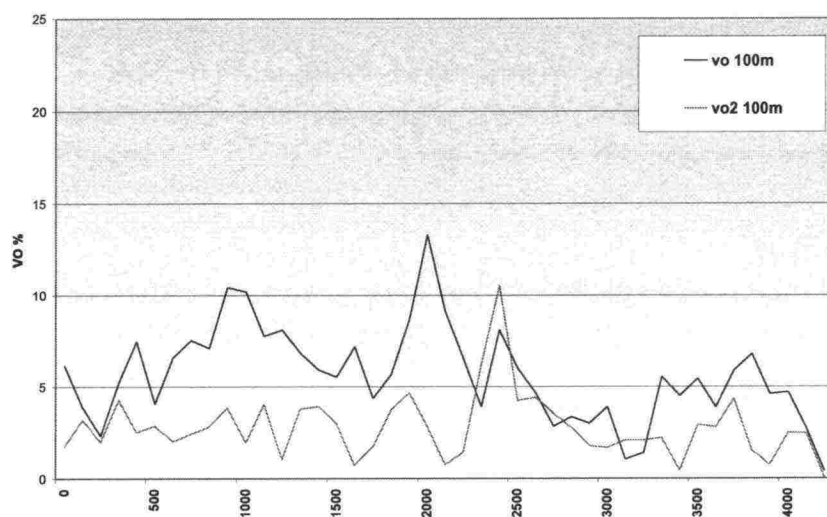
St 273, tieosa 13



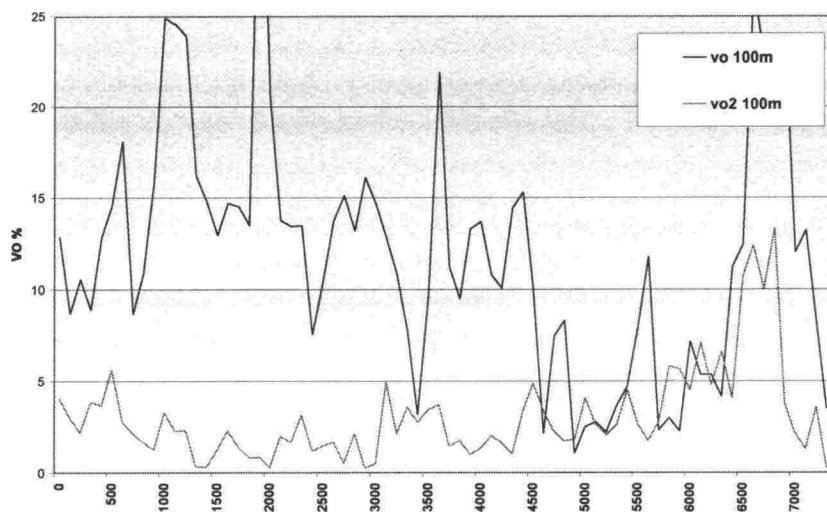
Tietä rasittavat pääasiassa turvekuljetukset. Liikennemäärä on 744 ajon/vrk, josta raskaan liikenteen osuus 8,9 %. Tien päällysteenä pab-v, joka on tehty 1995. Samaan aikaan (94–95) tien rakennetta parannettiin.

Seututie 672:

St 672, tieosa 4



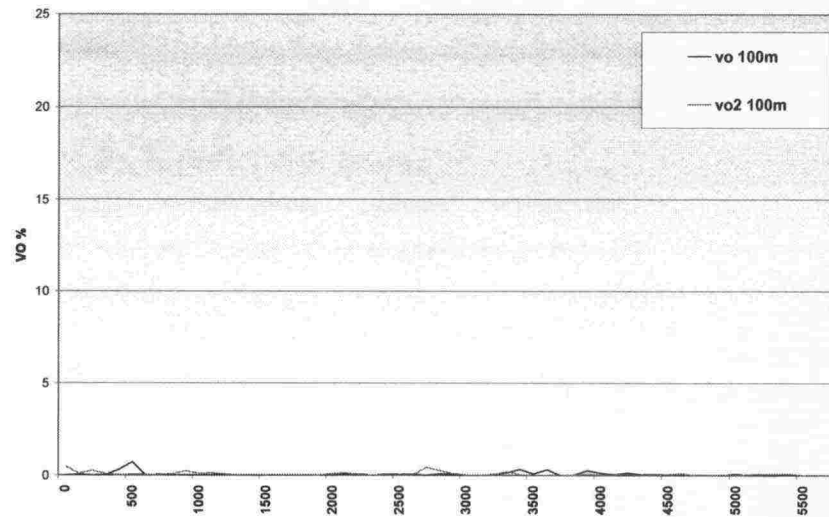
St 672, tieosa 5



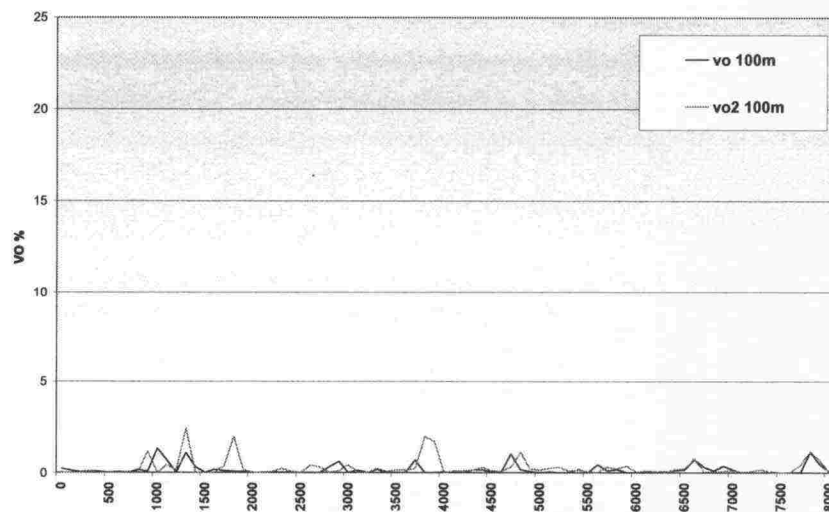
Tiellä on turvekuljetuksien lisäksi myös jonkin verran puutavari liikennettä. Tien varrella tieosan 5 alussa sijaitsee myös lastausalueeksi varatut Ponsi-
kylän K-alueet. Tien liikennemäärä 1106 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä
11,5 %. Tien rakennetta ja suuntausta on parannettu 1976. Pab-v päällyste
on tehty vuonna 1998.

Yhdystie 6700:

Yt 6700, tieosa 6



Yt 6700, tieosa 7



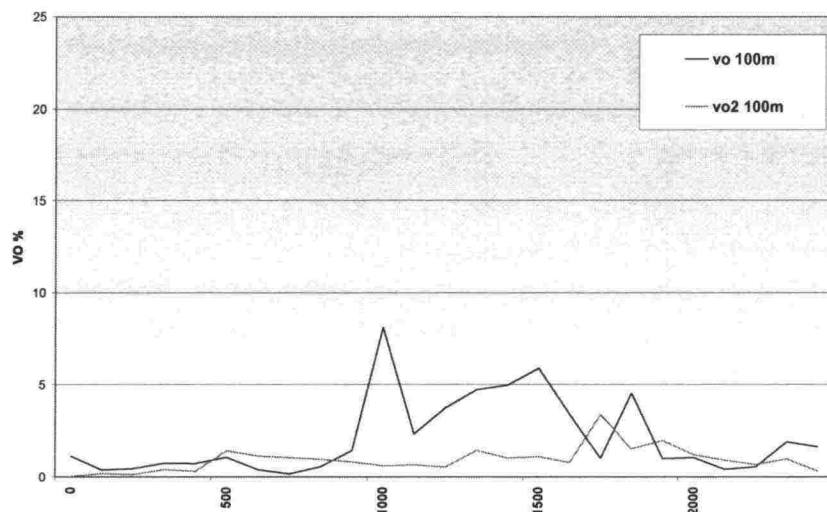
Turvekuljetusten lisäksi tietä rasittaa alueella tapahtuva kivenotto. Tien liikennemäärä on 768 ajon/vrk, josta 11,6 % raskasta liikennettä. Välillä 6/0–7/996 päällysteenä on pab-v, pinta on tehty 1997. Jälkimmäisen tieosan loppu on ab-päällysteistä, päällystys on tehty 1991.

Tielle on tehty seuraavia isoja toimenpiteitä:

- etäisyydellä 6/0–6/785 rakenteen parannus 1978
- etäisyydellä 6/785–6/2147 rakenteen parannus 1979
- etäisyydellä 6/2147–7/1086 rakenteen parannus 1980
- etäisyydellä 7/1190–7/6950 suuntauksen parannus 1988
- etäisyydellä 7/6950–7/8010 rakenteen parannus 1987

Yhdystie 6921:

Yt 6921, tieosa 2



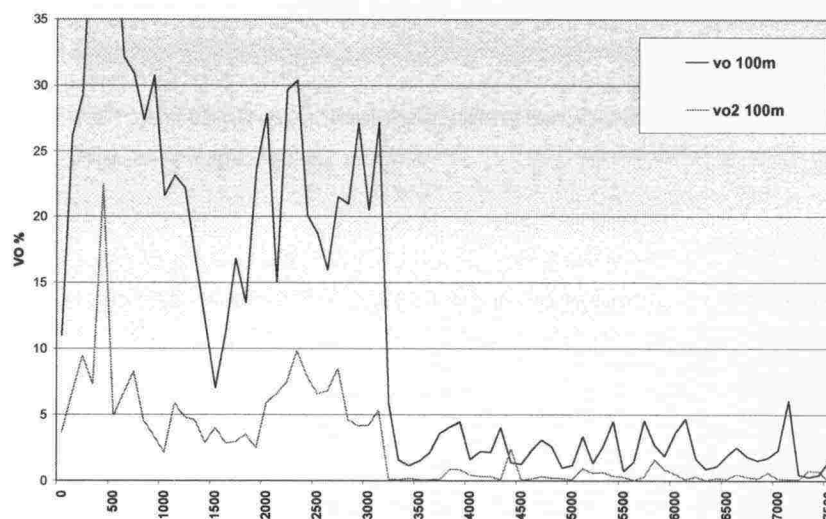
Tien liikennemäärä on 117 ajon/vrk, josta 12,0 % on raskasta liikennettä. Tien varrella sijaitsee useita turpeennostopaikkoja, kuorma-autohalli sekä VR:n käyttämä lastauspaikka. Tieosalle on tehty suuntauksen parantamista paaluvälille 0–2466 vuonna 1987. Päälysteenä on pab-v ja pinta on tehty vuonna 2000. Etäisyydeltä 2466 tieosan loppuun (n. 600 m) asti tie on sora-pintainen.

Tien varrella on voimassa seuraavat kelirikkorajoitukset:

- etäisyydellä 2/1866–2/2430, päivätty 30.04.88
- etäisyydellä 2/2430–2/2466, päivätty 10.05.89
- etäisyydellä 2/2466–3/6520, päivätty 16.05.02

Yhdystie 7140:

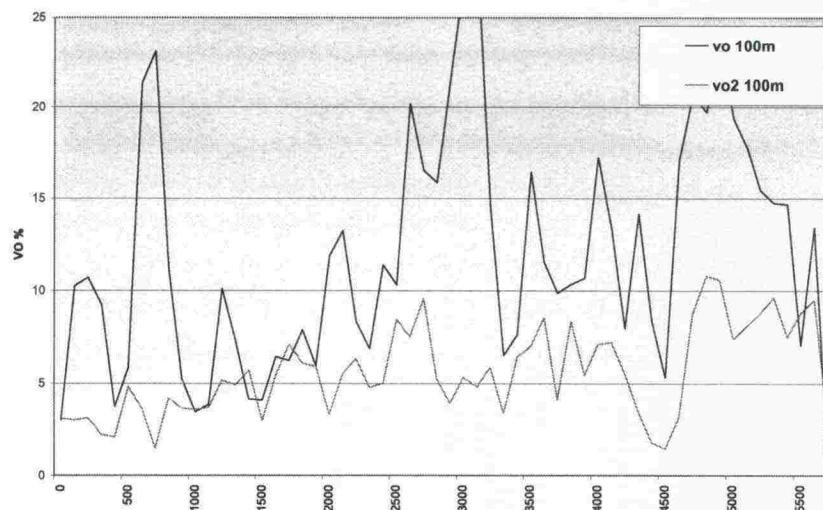
Yt 7140, tieosa 2



Tien liikennemäärä on 555 ajon/vrk, josta raskaan liikenteen osuus on 7,6 %. Tien alkuosalle paalulle 2/3214 asti on tehty rakenteen parannus vuonna 1981. Tien loppuosalle on tehty suuntauksen parannus 1986. Alkuosan rakenteeltaan parannetun osuuden päällysteenä on pab-v, päällystys tehty vuonna 1999. Loppuosaa on ab:lla päällystetty vuonna 1998. Toimenpiteiden rajapinta (paalu 2/3214) näkyy ajosuuntien vauriokuvaajissa selvästi.

Yhdystie 17 777:

Yt 17 777, tieosa 2

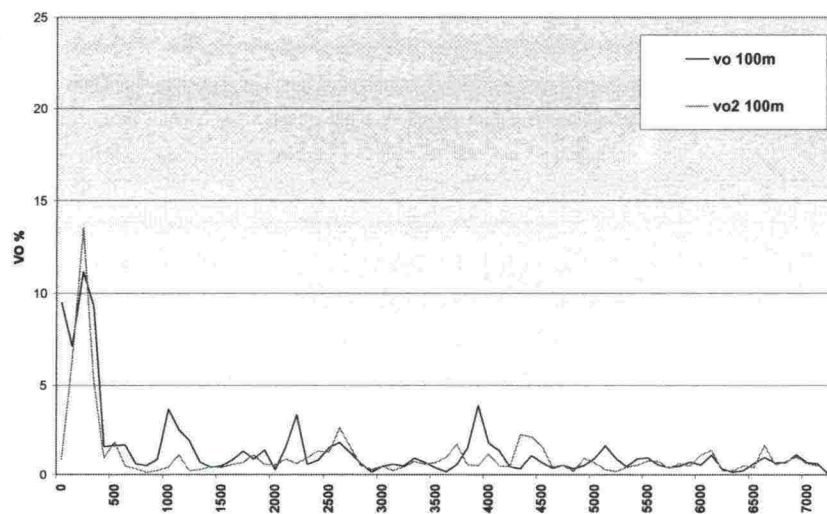


Liikennemäärä on 210 ajon/vrk, josta 29,5 % on raskasta liikennettä. Raskasta liikennettä tielle aiheuttavat turpeennostopaikat sekä tien varrella oleva kalkkikivilouhos. Tieosalle on tehty kevyt rakenteen parannus vuonna 1994. Tieosuudella on keliirikorajoitus 8t koko matkalla. Päällysteenä on pab-v joka valmistui 1999.

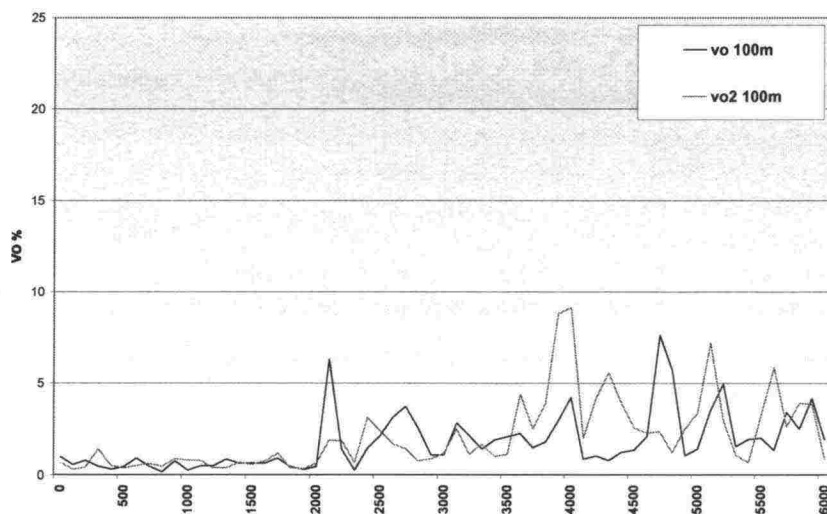
Kaakkois-Suomen kohteet:

Seututie 387:

St 387, tieosa 2



St 387, tieosa 3

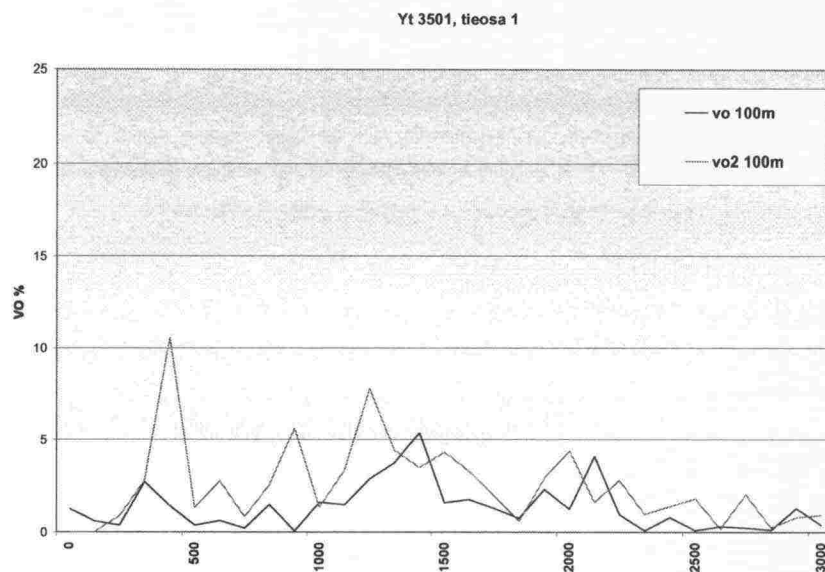


Tie kulkee Lappeenrannasta itärajansuuntaisesti etelään. Liikennemäärä tiellä on 2510 ajon/vrk, josta 10,5 % on raskasta liikennettä. Rasitusta tielle aiheuttavat rajaliikenne ja kivenajo. Tielle on tehty suuntauksen parannus 1971.

Tien päällyste:

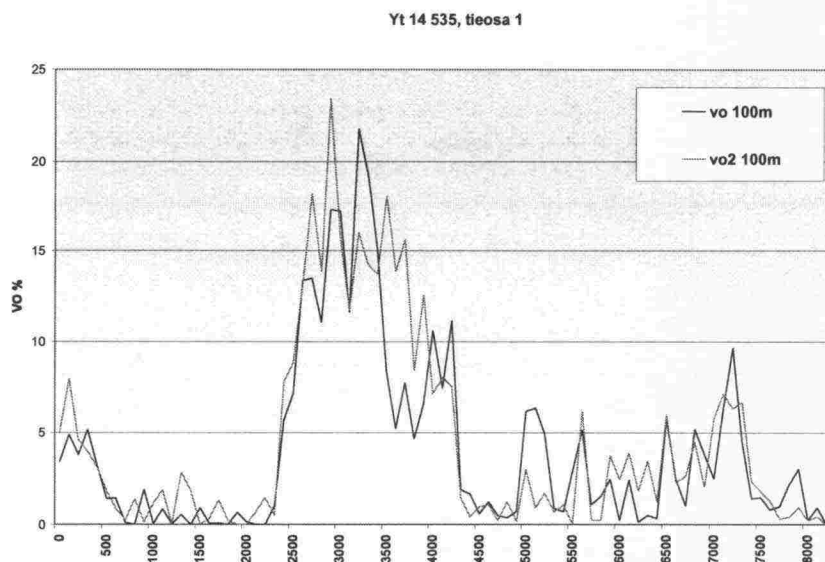
- etäisyydellä 2/0–2/400 ab, tehty 1993
- etäisyydellä 2/400–3/2147 ab, tehty 2000
- etäisyydellä 3/2147–4/0 ab, tehty 1995

Yhdystie 3 501:



Tien varrella on paljon soranajoa ja liikennemäärä on 967 ajon/vrk, josta raskasta liikennettä 5,7 %. Tie on yhteydessä saareen johtavan tien 14 535 kanssa. Päälysteenä on ab, joka on levitetty 1992. Tielle ei ole tehty rakenteen tai suuntauksen parannuksia.

Yhdystie 14 535:



Tie johtaa saareen ja se on yhteydessä tien 3501 kanssa. Välille 1/0–1/4350 tehtiin rakenteen parannus vuonna 1995, välille 1/4350–1/5069 tehtiin kevyt rakenteen parannus 1992. Tieosan lopulle (paalulta 4500 eteenpäin) on tehty päälysteen korjauksia. Tielle on tehty ab-pinta 1994. Tieosalla on hyvin vaihtelevat liikennemäärät:

- välillä 1/0–1/4500 liikennettä 277 ajon/vrk, josta raskasta 6,5 %
- välillä 1/4500–1/5856 liikennettä 1133 ajon/vrk, josta raskasta 6,3 %
- välillä 1/5856–1/8233 liikennettä 488 ajon/vrk, josta raskasta 6,3 %



ISSN 1459-1553
ISBN 978-951-803-887-3
TIEH3201053-v